Dies ist kein Versuch, Kernenergie heimlich hoffähig zu machen. In unserem Land ist sie seit Jahrzehnten in Verruf. Vieles ist unbekannt und fördert die Angst. Ja, sie ist eine Energie, die alle andern Quellen – außer der Sonne - um Dimensionen übersteigt. Man kann sie zum Schaden, aber auch zum Nutzen der Menschen einsetzen.

Mobilität ist für die meisten Menschen ein hohes Gut. Auch wer sich um die Zukunft sorgt, will auf Reisen nicht verzichten. Daher suchen wir Lösungen, die die Umwelt weniger belasten, als fossile oder knappe Rohstoffe. Wasserstoff als stärkster Energieträger muss einbezogen werden. Verflüssigt durch hohe Temperaturen kann er das heutige Ökosystem aus Motoren, Tankstellen und Netzen besonders wirtschaftlich in die Zukunft führen.

Die Einzelprozesse sind erprobt, der Hydrierprozess seit 1920, die Atomkraft seit 100 Jahren erkundet. Die innovative Hochtemperatur-Kugelbett-Technik wurde in Jülich entwickelt. In **China wird sie nun großtechnisch** eingesetzt. Auch **Amazon und andere in USA** setzen jetzt darauf. TÜV-Tests bei uns und in China haben ihre **inhärente Sicherheit** bestätigt. Im Motorenbau haben wir nach Otto, Diesel, Daimler weltweit immer neue Höhepunkte erreicht. Im Zusammenwirken mit BioKernSprit lösen sie auch unser Mobilitätsproblem.

Prof. Dr. Peter Kausch sagt dazu

Die wirtschaftliche Entwicklung ist ohne Energie nicht denkbar. Wir müssen alle umdenken, sparsamer mit Energie umgehen und die F&E Arbeiten erheblich intensivieren. All dies wird nur gelingen, wenn man nicht ideologisch verbohrt, sondern technikfreundlich und sachlich an die Probleme herangeht.

Dieses Buch ist ein Beitrag in diese Richtung und ich wünsche dem Verfasser ein großes Interesse an dem Buch.

Hermann Josef Werhahn († 2017) ***sagt im Geleitwort 2015***

Vor ca. 50 Jahren war es das Genie von Professor Dr. Rudolf Schulten und die Einsicht von 15 Stadtwerken, die den GAU vorausschauend eindämmen wollten. Die Errungenschaften von Jülich sind bei uns verdrängt worden, noch immer herrscht bei uns eine Schweigespirale. Die chinesischen Erfolge mit dem HT- Kugelbett- Ofen haben nun auch in Amerika eine Wende in der Erkenntnis gefördert. Wir brauchen große Wasserstoffindustrien für hocheffiziente mobile Energiespeicher. Kugelbett-Öfen, mit Thorium befeuert, sind dazu die sichersten und schnellsten. Wasserstoffträger wie Ethanol, Methanol und Butanol können schon mittelfristig die Energiespeicher und Rohstoffe für chemische Industrien bieten. Der Weg für eine wachsende Menschheit ist frei.



ISBN siehe unten

Jochen K. Michels hat sich als Diplom-Wirtschafts-ingenieur mit allen Aspekten dieser speziellen Technik zur Nutzung der Kernenergie vertraut gemacht. Den wenigen noch lebenden Kennern dankt er für viele offene und inhaltsreiche Gespräche.
Auf www.gaufrei.de und www.biokernsprit.org verfolgt er die Fortschritte in China und USA beim massiven Einstieg in diese sichere Kernenergie-Nutzung.

Jochen K. Michels Bio Kern Sprit 6. Auflage

Jochen K. Michels



BioKernSprit

Flüssiger Kraftstoff
aus
Abfall, Holz, Kohle
klimaschonend hergestellt mit
sicherer Kernenergie

Erprobte Erfindungen und Verfahren,
kombiniert zu wirtschaftlichem Nutzen
6. Auflage 2025

Inklusive Euro 5,- Gutschein beim Bezug anderer Titel auf www.gaufrei.de

BioKernSprit

Mobiler Kraftstoff
aus
Bioabfall, Kohle
und
Kernenergie

Erprobte Erfindungen und Verfahren,
kombiniert zu wirtschaftlichem Nutzen

wenn Sie ein anderes Buch aus der Buchliste unter
www. gaufrei.de beziehen, erhalten Sie Euro 5,- Rabatt

6. Auflage 2025

Zusammengestellt und bewertet durch:
Jochen Michels,
Dipl.-Wi.-Ing, Unternehmensberatung
D-41464 Neuss
jochen.michels@jomi1.com
www.biokernsprit.org
www.gaufrei.de

Auch seit der 5. Auflage gab es Veränderungen in unserem Land. Ein stärkeres Bewusstsein zu Energiefragen. Strom-Engpässe und Blackouts werden öffentlich diskutiert. Eine neue Regierung, aber ohne Kernenergie im Programm Die kWh wurde nicht billiger. Befürworter der Kernenergie nehmen weiter zu. Auch bei Jüngeren. Das Wissen um Atome ist weiterhin sehr gering. Gelehrt wird nicht die Nutzung, sondern der Rückbau.

Die Naturkräfte dieses Schöpfungsgeschenks liefern eine Energie, die alle bisher genutzten Quellen um Dimensionen übersteigt. Man kann sie wie Feuer oder Arsen, zum Schaden, aber auch zum Nutzen einsetzen.

Mobilität ist für die meisten Menschen, besonders in Deutschland, ein hohes Gut. Selbst die aufstehende Jugend sorgt sich um die Zukunft, ohne auf Fahren und Reisen generell zu verzichten.

Daher werden Lösungen gesucht, die die Umwelt weniger belasten, als fossile Rohstoffe – Öl, Gas, Kohle – oder die batterieschweren Fahrzeuge mit dubiosen Lieferketten. Wasserstoff soll die Lösung bringen. Politiker meinen er sei eine Energie-Quelle. Doch ist er nur -Träger. Und immer braucht man ihn flüssig, um das Ökosystem aus Fabriken, Motoren, Fahrzeugen, Tankstellen und Netzen zu betreiben. Und er muss gebunden sein an mäßigende Elemente wie Kohlenstoff. Wir brauchen also auch künftig flüssige Treibstoffe.

Die Einzelfaktoren sind alle nicht neu. Der Hydrierprozess wurde um 1920 in Mülheim/Ruhr erfunden, die Atomkraft vor hundert Jahren von Wissenschaftspionieren erkundet, im Autobau müssen wir aber schon kämpfen um eine gute Position. Nur beim Verbrenner-Motorenbau hat er nach Otto, Diesel, Daimler und anderen immer neue Höhepunkte erreicht.

Entscheidend ist die Arbeit von Prof. Rudolf Schulten. Er hat mit Hunderten Wissenschaftlern aus vielen Ländern in Jülich bis Ende der 1980-er Jahre die sanfte Nutzung der Kernenergie dahin entwickelt, dass der „Größte Anzunehmende Unfall“, der GAU, ausgeschlossen werden kann. Weil man die Gesetze der Natur und Technik klug nutzt.

Begleiten Sie – liebe Leser – die genialen und erprobten Erfindungen zu einer Kombination für neue Lösungen. Mit Büchern, Websites, Artikeln und Vorträgen zu www.BioKernSprit.org und www.gaufrei.de “ erhalten und verbreiten wir das Wissen für ungeahnte Chancen.

Dies hier ist eine Kurzdarstellung des Inhaltes. In drei Hauptkapiteln sind Dokumente und Erkenntnisse geordnet nach den drei Sachgebieten:

- Bioabfall – Biomasse, Herkunft, Verfügbarkeit, Kosten
- Kernenergie - ohne GAU und Endlager
- Kraftstoff – Sprithydrierung für Mobilität

In einem abschließenden Kapitel widmen wir uns übergreifend grundsätzlichen Fragen wie:

- Ethik und soziale Aspekte
- Dezentrales Wohnen und Leben
- Wirtschaftlichkeit, End – to - End Betrachtung

Kostenlos als online-Broschüre von gaufrei.de/ Bücher downloadbar. Dort auch die Buchliste mit Werken in acht Sprachen. Die Dokumentation wird laufend ergänzt, wenn neue Erkenntnisse bekannt werden. Zu allen Punkten sind Hinweise und Kritik jederzeit gerne willkommen.

Fremde Urheberrechte oder Copyrights zu verletzen, ist nicht beabsichtigt. Alle Quellen wurden bei früheren Auflagen benachrichtig und deren seltene Hinweise wurden berücksichtigt. Hier werden keinerlei neue Erfindungen, Patente, Urheberrechte oder ähnliche Werte beansprucht oder dargestellt.

Es handelt sich nur um die zeitgemässe Kombination erprobter Anlagen und Verfahren.

Zwar ist diese Broschüre im Titel der Gewinnung umweltfreundlicher Treibstoffe gewidmet. Dies ist jedoch nur EIN wichtiges Einsatzgebiet der gaufreien Kernenergie. Die hohe Temperatur dieser Reaktortechnik macht sie besonders nützlich für Industrien, Mittelstand und Gebäudeheizung. Strom zu erzeugen ist bei vielen dieser Anwendungen sogar als Kuppelprodukt zusätzlich möglich.

Dass in Shidaowan, China seit Dezember 2023 der weltweit erste Reaktor dieser TRISO-Kugeltechnik kommerziell in Betrieb ist und bereits 15.000 MW weitere Reaktoren in Bau und Planung sind, bestärkt uns in der Zuversicht ebenso wie die USA. Dort setzen AMAZON, DOW und das DOD jetzt auf diese Technik.

Geleitwort zur ersten Auflage von BioKernSprit

Die wirtschaftliche Entwicklung ist ohne Energie nicht denkbar. Die Energieversorgung der Zukunft muss jedoch folgende Probleme gleichzeitig lösen:

Die Weltbevölkerung und ihre wirtschaftliche Entwicklung steigen und damit der Energiebedarf, gleichzeitig soll die Versorgung mit Energie jedoch zuverlässig, umweltschonend, nachhaltig und effizient sein und natürlich in ausreichenden Mengen preisgünstig zur Verfügung stehen.

Dies zu verwirklichen entspricht einer wirtschaftlichen Revolution und beeinflusst alle Bereiche des Lebens. Wir müssen alle umdenken, sparsamer mit Energie umgehen und die F&E Arbeiten erheblich intensivieren,

um schnelle Fortschritte zu erzielen. All dies wird nur gelingen, wenn man nicht ideologisch verbohrt, sondern technikfreundlich und sachlich an die Probleme herangeht.

Dieses Buch ist ein Beitrag in diese Richtung und ich wünsche dem Verfasser ein großes Interesse an dem Buch.

Prof. Dr. Peter Kausch

Zum Geleit – eine Zukunft der Kugelbett-Technik

Vor ca. 50 Jahren war es das Genie von Professor Dr. Rudolf Schulten und die Einsicht von 15 Stadtwerken, die den GAU vorausschauend eindämmen wollten. Er ließ für die Konstruktion der Kugelbett-Öfen ausschließlich keramische Einbauten zu. Sie werden im Gegensatz zu den Meilern kontinuierlich von oben beladen und ebenso kontinuierlich nach unten entsorgt. Und sie können vor allem mit Thorium beschickt werden. Auch für die Endlagerung wurden keramisch verkapselte Panzerkörner mit einer Haltbarkeit für Millionen Jahre vorgesehen. Seit 1960 haben wir in Aachen und Jülich mit größten Erfolgen an den Kernreaktoren der vierten Generation geplant und gearbeitet.

In Deutschland kam es dann zu der Meinung, die in Amerika entwickelten Leichtwasserreaktoren seien sicher genug. Das aber hat sich im Laufe der Jahrzehnte als Irrtum erwiesen. Denn die Menschheit kann es sich nicht länger leisten, die Kernreaktoren mit großen Restrisiken beliebig zu vermehren.

Die Errungenschaften von Jülich sind bei uns von Anfang an verdrängt worden. Derzeit herrscht dazu bei uns noch immer eine Schweigespirale.

Die chinesischen Erfolge mit dem HT- Kugelbett- Ofen haben nun auch in Amerika eine Wende in der Erkenntnis gefördert. Wir brauchen in der Zukunft große Wasserstoffindustrien um hocheffiziente mobile Energiespeicher. Mit Hilfe von Kugelbett-Öfen, am besten mit Thorium befeuert, geht das am sichersten und schnellsten. Und eine Fülle von Wasserstoff kommt auch den nachwachsenden Brennstoffen und anderen erneuerbaren Energiequellen zugute. Durch Wasserstoffträger wie Ethanol, Methanol und Butanol können schon mittelfristig die notwendigen Energiespeicher und Rohstoffe für chemische Industrien entstehen.

Der Weg für eine wachsende Menschheit ist frei.

Hermann Josef Werhahn 2015 († 2017)

INHALT

BioKernSprit

Mit sicherer Wärme, umweltneutral und preiswert, wird heimischer Bioabfall zu Motor-Kraftstoff!

Das klingt zu schön um wahr zu sein – oder stimmt es doch?
Sehen wir uns die Einzelheiten an: Moderne Energienutzung in mittelständischer Struktur ist das Grundprinzip für „BioKernSprit“.

Wasserstoff, gebunden an Kohlenstoff ist Hauptenergieträger für den Autoverkehr. In Reinform übertrifft seine Energiedichte andere Speicher und Batterien bei Weitem. Doch Explosionsgefahr und die kleinen Moleküle stehen einer dauerhaften Verteilung und Speicherung im Wege. Binden wir ihn in Ethanol oder Methanol – so vermeiden wir beides. Prozesse hierzu sind langjährig erprobt, die meisten – z. B. Fischer-Tropsch - schon in der Produktion.

Das postfossile Zeitalter braucht preiswürdigen Wasserstoff, Strom und Wärme in großem Umfang.

Kernwärmequellen neuer Generation arbeiten kontinuierlich auch für mittlere Industriebetriebe, Wohngebiete und Strom.

Man braucht dafür sehr heiße Prozesswärme. Die war bisher nicht verfügbar oder zu teuer. Das ändert die katastrophenfreie Kernwärme. Jetzt gilt es, die Prozesse zusammen zu führen, um aus der Kombination mehrfachen Nutzen für Deutschland, Europa und darüber hinaus zu gewinnen.

Es gilt auch, die bisherigen Meiler abzulösen – umzusteigen, nicht auszusteigen - denn: „für Atomkraftwerke sind die heute riesigen Restrisiken nicht mehr hinnehmbar, auch nicht bei geringster Wahrscheinlichkeit.“ sagt hierzu Hermann Josef Werhahn aus Neuss.

Diese kurze Einleitung will Fachleute und Entscheider anregen, das Nötige zu tun, damit unsere Energieversorgung sicherer wird.

Hier zeigen wir am Beispiel Auto-Treibstoff, wie eine Energieversorgung allen wesentlichen Forderungen aus Politik, Gesellschaft und Wirtschaft nachkommen kann. Eins dazu ist wichtig:

Kernenergie ist nicht gleich Kernenergie.
Es ist zu unterscheiden:

- die GAU-**geneigte** von der GAU-**freien** Technik.
- der Brennstoff-Kreislauf- fuel-cycle **mit** oder **ohne** Endlager.

1 Bioabfall – Bedarf, Verfügbarkeit, CO2

Ziel ist die Kraftstoff-Herstellung aus nachwachsenden Rohstoffen, wie Pappeln im Kurzumtrieb, Raps, Chinaschilf, Miscanthus, Abfallholz und Stroh, ohne die Lebensmittel-Versorgung zu bedrohen.

Auch Raffinerieabfälle, Bitumen, Erdpech, Gichtgas, Kunststoff-Abfall und CO_2 kommen in Frage. Für den Anlauf sind auch Braun- und andere Kohle sinnvoll, um den Kohleausstieg abzufedern.

Im Kriegsjahr 1944 - 45 wurden solche Einsatzstoffe in Leuna, Marl, Wesseling und 10 anderen Orten zu Benzin hydriert und verlängerten leider den Krieg. 4 Milliarden Liter im Jahr.

Bioabfall sind Reste aus der Nutzung von Biomasse. Diese besteht aus Stoffen lebender Systeme (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen), z.B. Zellulose, Stärke, Holz, Stroh, Baumwolle, Zucker, auch Proteine wie Kollagen, Gelatine, Hornspäne, Schafwolle, Seide und Fette, Öle, Wachse, Kautschuk. Faulschlamm, Kläranlagenrückstand gehören auch dazu. Ihre hohen Anteile an Kohlenstoff und Wasserstoff speichern chemische Bio-Energie. Störend ist oft ein hoher Wasser-Gehalt.

Durch Hydrieren werden daraus flüssige Energieträger unter Abscheiden des Wassers. Aber das Hydrieren braucht viel Hitze, also Energie. Deckt man diesen hohen Energiebedarf CO_2-neutral, so wird die CO_2-Gesamt-Bilanz verbessert.

1.1 Verfügbare Mengen und Vorräte

Die Fläche der Bundesrepublik Deutschland beträgt 35,7 Mio. Hektar. 16,7 Mio. ha sind Landwirtschaft, 11,1 Mio. ha sind Wald.

1.1.1 Bioabfall - Wald

Schon heute reichen Holzreste und Industrieabfälle für 5 Prozent des Kraftverkehrs.

11.1 Mio. ha tragen ein Holzvolumen von 3,4 Mrd. m^3 und jährlich wachsen 113,56 Mio. m^3 (= etwa 57 Mio. Tonnen Rohdichte) nach. Davon werden 53,5 Mio. to genutzt (inkl. Abfall), so dass 3,5 Mio. to für Hydrierung schon jetzt zur Verfügung stehen. Nutzt man auch Teile der heutigen Holz-Reststoffe (5,5 Mio. to) dazu, so kommen die benötigten 4,8 Mio. to leicht zusammen. So haben wir schon zu Anfang genug Einsatz-Holz für den oben ermittelten Jahresbedarf. Künftig kann sich das durch gezielten Anbau noch steigern.

1.1.2 Biomasse – Landwirtschaft

12 Prozent = 2 Mio. ha der deutschen Landwirtschaftsfläche werden schon heute für Biomasse genutzt. Raps eignet sich besonders gut innerhalb der Fruchtfolge zum Beispiel zwischen Gerste und Weizen. Der übliche Hektar-Ertrag von heute erst 2.000 Liter/ha erbringt somit 4 Mrd. Liter Kraftstoff. Viessmann erntet aber schon 5.000 Liter je Hektar aus schnell wachsenden Bäumen. Das würde reichen für rund 10 Mrd. Liter. Zunehmend werden fotosynthetisierende Bäume und Pflanzen mit Hilfe der Sonne weitere organische Stoffe liefern. Für die häufigen Welt-Zucker-Überschüsse ergibt sich eine sinnvolle Verwendung. Aus Wald und Land können so schon nach heutigen Verhältnissen rund 10 Mrd. Liter Sprit gewonnen werden **ohne die Nahrungsfläche zu beeinträchtigen.** Und man kann die Verhältnisse noch optimieren!

1.1.3 Kohle und sonstige Einsatzstoffe

Würde man auch Kohle hydrieren wie in den 40-er Jahren, kann sogar ein wesentlich höherer Sprit-Anteil **mit heimischen Energieträgern erbracht werden, ohne die Nahrung einzuschränken.** Der entstehende CO_2-Überschuss ist dabei nicht nachteiliger als heute. Das ist im Rahmen des Kohleausstiegs akzeptabel. Oder man nutzt (ggf. zusätzlich) die hydrothermale Karbonisierung nach Antonietti; infrage kommen auch andere Stoffe, wie oben schon aufgezählt.

1.2 Gewinnung und Transport

Der Transport der Bioabfälle zu dezentralen Hydrierwerken ist per Saldo nicht aufwendiger als die heutigen kontinentalen Pipelines. Auch die geplanten Nord-Süd-Stromtrassen sind großenteils entbehrlich. Sie werden über Jahrzehnte durch die neuen Energie-Fabriken abgelöst. Wirtschaftlichkeits-Rechnungen und Erfahrungen aus der Ölkrise 1973 belegen, dass dieser Synthese-Sprit um die 30 USD pro Barrel (=0,15 € je l) erzeugt werden kann. Da man ca. 1,5 l Ethanol statt einem Liter Benzin braucht, bedeutet das einen Preis von rund 0,30 € je Liter Benzin-Äquivalent.

Wir rechnen jedoch vorsichtig – siehe die ausführlichen Tabellen im Buch „BioKernSprit“ - und kommen bei einem Holzpreis von 80 € je Tonne und Prozesswärme zu 0,04 € je kWh_{th} auf einen Preis von ca. 0,80 € je Liter Benzin-Äquivalent. Deutsche und andere Ingenieure haben schon größere Probleme gelöst. Der ADAC nahm die Vorschläge wohlwollend auf.

2 Hochtemperatur-Wärme und Strom

Wesentlich ist **unterbrechungsfreie** Hochtemperatur. Diese Wärme wird in Kugelbett-Öfen (keine Meiler) bei kontinuierlicher Kettenreaktion erzeugt. Dazu dient der „selbstlöschende Reaktor“ (HTR). Er wird vorzugsweise modular errichtet. In China wurde z.B. der HTR-PM mit 100 MWel seit 2021 betrieben und weitere werden expansiv errichtet. Alles beruht auf Schulten‘s Jülicher AVR.

2.1 Wärme durch katastrophenfreie Reaktion

Bisherige Reaktor-Generationen müssen an vielen Stellen gegen die Natur abgesichert werden, z.B. gegen GAU, SuperGAU, Kernschmelze, Plutonium, Abfallstrahlung.

Im Gegensatz dazu wird beim HTR das Element ^{235}Uran nur für den nuklearen Startprozess verwendet. Das Element ^{232}Thorium wird während des laufenden Reaktorbetriebes zu ^{233}Uran erbrütet. Als Kernbrennstoff wird dieses ^{233}Uran verwendet, statt ^{235}Uran. Es wird bei ^{233}U **kein** waffenfähiges Plutonium erzeugt. Bei geeigneten Mischoxid-Brennelementen wird sogar Plutonium „verbrannt“ und so der Waffenproduktion entzogen.

Deshalb sind sie selbst für Kernwaffengegner akzeptabel.

Diese Faktoren der Kugelbett-Technik **nutzen** die **Naturgesetze** nicht nur für Energie **sondern auch zum Schutz.**

Die Nutzwärme ist mit bis 950°C fast doppelt so hoch wie bei herkömmlichen Reaktoren. Die oberste Wärme wird über Heliumgas zur Hydrierfabrik transportiert. Ab 550°C nutzt man sie dann zur Stromerzeugung mit Turbinen, den Rest evtl. als Stadt-Fernheizung oder für die Landwirtschaft - dreifacher Nutzen.

2.2 technisch-wirtschaftliche Sonderstellung

Kugelbettreaktoren sind schon in **kleinen Einheiten wirtschaftlich,** weil sie weniger Schutzbauten erfordern. Schon Prof. Schulten sagte damals voraus:

- Luft- oder Wassereinbruch sind wegen der „Ein-Behälter“ Konzeption als Gefahr praktisch auszuschließen.
- Bei Helium als Kühl-Gas kann man oft auf einen Zwischenkreislauf verzichten. Man vermeidet dadurch weitere Schwachstellen und erhöht den Wirkungsgrad.
- Verbrauchte Kugeln werden **im laufenden Betrieb** unten abgezogen, vermessen und ggf. recycelt. Das ergibt vier Vorteile:

Kugelbettöfen sind besonders geeignet für:
1. Energieversorgung von Großstädten
2.Prozesswärme für chemische Industrien
3.Sprit aus Bioabfall und Kohle

- das Aufladen mit übergroßem Brennstoffvorrat entfällt (Ofenprinzip versus heutige Meiler)
- man braucht den Reaktor nicht abzuschalten (kontinuierlicher Prozess)
- der kontinuierliche Betrieb ermöglicht industrielle Prozesse, z. B. das verbesserte Hydrierverfahren nach Fischer-Tropsch, Meerwasser-Entsalzung, Wasserstoff-Elektrolyse.
- Ein hoher Abbrand vermindert den Abfall.
- Neben Uran und Thorium kann man voraussichtlich auch **Waffenplutonium** recyclen – ein Beitrag zum Frieden.

2.3 geschichtliche und politische Entwicklung

Das HTR-Verfahren wurde 1961 bis 1988 im Forschungszentrum Jülich (im AVR mit 46 MW_{th}) durch das „Team Schulten“ zur Produktionsreife gebracht. Adenauer befürwortete dies noch kurz vor seinem Tode (1967). Dann wurde der THTR mit 750 MW_{th} in Hamm-Uentrop 1971 bis 1983 errichtet und bis 1988 produktiv betrieben. Dann wurde auch dieser mit allen anderen Kernkraftwerken aufgegeben. Heute leben nur noch wenige Kenntnisträger mit eigene Erfahrung.

2.4 Forschung, Entwicklung und Nutzung

Die HTR-Forschung in Jülich war in den 80-ern weitgehend abgeschlossen. Die Entwicklung hatte zu konkreten Exemplaren geführt. Unterlagen und Maschinen wurden ans Ausland gegeben. In Jülich und im Wirtschaftsministerium Düsseldorf konnte man Anfang 2019 nichts dazu sagen. An der Beijinger Tsinghua Universität hat man 2007 einen Testreaktor in Betrieb genommen und erfolgreich den selbstlöschenden GAU vorgeführt. In Shidaowan läuft seit 2023 der erste dieser TRISO-Reaktoren im Kommerzbetrieb. Er wurde mit zwei 100 MWel Modulen errichtet und zweimal erfolgreich auf GAU-Sicherheit getestet. Man hat die Kühlung abgeschaltet und nichts passierte. Man setzt um, was wir mit vielen Milliarden – auch Steuergeld – entwickelt, aber nicht genutzt haben. Ob Deutsche daran beteiligt sind, ist unbekannt. Auf der weltweiten HTR-Konferenz, Oktober 24 in Peking, konnte darüber vortragen.

Weil HT-Reaktoren inhärent sicher sind, kann man sie wirtschaftlich auch dezentral, siedlungsnah und klein (3 bis 300 MW_{el}) betreiben. Chinesische Videos zeigen dies auf www.gaufrei.de.

2.5 Sicherheit

Sicherheit ist erforderlich gegen Störungen, Gefahren und Schäden:

- aus dem Kettenreaktions-Prozess selbst
- von waffenfähigen Nebenprodukten (Plutonium)
- aus Abfall-Transport und -Lagerung
- aus Versorgungs-Engpässen für nuklearen Brennstoff
- durch Flugzeugabsturz, Naturkatastrophen, Terror, Sabotage

Alle diese Einflüsse sind beim Kugelbett-Ofen weitaus leichter zu beherrschen als bei der bisherigen Atomtechnik aller Generationen. Er übertrifft sogar Anforderungen der Gen IV. Wie geschieht das im Einzelnen?

Die Körner und Kugeln bleiben bis ca. 1.600 °C gasdicht. Eine Kernschmelze ist ausgeschlossen. Knallgas entsteht nicht. Selbst bei einem Störfall wird keine Strahlung in die Luft abgegeben.

2.5.1 Die Kugel-Brennelemente

Kugelbettöfen nach Jülicher Modell bieten naturgegebene Sicherheit.

Die Hunderttausende Kugeln mit sechs cm Durchmesser in einem HTR enthalten jeweils bis 30.000 millimeter-kleine gasdicht beschichtete „TRISO“-Uran-/Thorium-Partikel und eine 5 mm dicke Graphit-Schale. Je Kugel ergibt das:

- 192 g Kohlenstoff,
- 0,8928 g ^{235}Uran,
- 0,0672 g ^{238}Uran und
- 10,2 g ^{232}Thorium

in keramischen Oxiden mit sehr hohem Schmelzpunkt. Die Körner sind einzeln mit drei Schichten, u. a. aus pyrolytischem Graphit und Siliziumkarbid umhüllt. Ein Graphit-Gitter (Matrix) hält sie bei Aufprall und bei großer Hitze an ihrem Platz in jeder Kugel. Man spricht von Panzerkugeln und –Körnern weil sie sehr hart sind. Graphit hält als Moderator beim Brennelement wie auch als Auskleidung des Core-Behälters die radioaktive Strahlung unter den erlaubten Grenzen und verformt sich nicht. Ein Spannbetonbehälter umhüllt diesen Behälter wie auch den Wärmetauscher/Dampferzeuger gas- und druckdicht. Das garantiert eine sichere Heißgasführung zum nachgeschalteten Prozess.

2.5.2 Sicherheit durch Konzeption und Konstruktion

A. Die **inhärente** Betriebssicherheit ergibt sich aus der Physik und der Konstruktion: wenn im Reaktor die Temperatur steigt, erhöht sich die **thermische Geschwindigkeit** der Brennstoffatome. Das **reduziert den**

Neutroneneinfang durch die Schwermetalle. Die Kettenreaktion nimmt ab. Der bekannte negative Temperaturkoeffizient wird so genutzt. Damit wird dass das Zeitfenster bei geeigneten Materialien und Bauform auf gut 4 Stunden vergrössert. Das reicht **zum Abklingen der Nachzerfallswärme und gibt ausreichend Zeit für weitere Maßnahmen**

B. Die **Leistungsdichte** der Kugeln ist mit **max. 6 MW/m**3 deutlich geringer als bei herkömmlichen Reaktoren mit 100 MW/m3. Daher reicht bei Ausfall der aktiven Kühlung **allein die passive Kühlung** durch Außenluft, um die Temperatur weit unter dem kritischen Punkt zu halten.

C. Deswegen kann auch die **Kernschmelze nicht eintreten.** Radioaktive Teilchen werden nicht frei. Bei einem Störfall müssen nur evtl. beschädigte Brennelemente (BE) ausgetauscht werden. Danach ist der Reaktor weiter benutzbar.

Kernwärme ist nachhaltig zu gewinnen, da wir durch Naturnähe riesige Restrisiken vermeiden. Sicherheitstechnik wird reduziert. Das ist sogar marktwirtschaftlich versicherbar.

D. Außer durch Kontrollstäbe kann man den Reaktor durch kleine Absorber Kugeln und **mithilfe der Menge des durchfließenden Kühlmittels** Helium steuern.

E. Weil er ein Ofen ist, wird er nie mit einem Vorrat von Spaltmaterial gefüllt, sondern nur mit dem, was er jeweils benötigt: weniger Risiko und keine Füllpausen.

F. Auch die **abgebrannten** Brennstoffe und die **Spaltprodukte** bleiben in Körnern und Kugeln 5-fach eingeschlossen. Das inerte Helium nimmt kaum etwas auf. Selbst bei einem kompletten Bruch des Reaktors würde nur wenig Strahlung für kurze Zeit freigesetzt. Wind und Wolken können die Partikel nicht tragen. Die Kugeln bilden so ihr eigenes Endlager. Unterirdische Lager sind nicht erforderlich. Spätere Wiedernutzung wird erleichtert, zum Beispiel durch Transmutation.

2.5.3 Kein waffenfähiges Material

Thorium-Öfen hinterlassen kein Plutonium.

Da im HTR Thorium genutzt wird und praktisch kein Plutonium entsteht, ist eine für Deutschland entscheidende Voraussetzung gegeben. Der seit **Konrad Adenauer** bestehende **Verzicht auf ABC-Waffen**-Herstellung bleibt aufrecht erhalten. Die heute noch Plutonium erzeugenden Atomreaktoren können Schritt für Schritt abgelöst werden. Auf Endlagerungen und Transport kann man beim HTR verzichten. Abklinglager reichen aus.

2.5.4 Keine Terror- und Katastrophengefahr

Bei gewaltsamer Zerstörung würden die Panzerkugeln und -körner allenfalls zerstreut. Bei Terrordrohung wird der Kugelhaufen im Core durch Schwerkraft in Minuten über Bodenklappen entleert, die Kugeln fallen unten heraus, verlieren ihre Nähe, so dass die Ketten-Reaktion sofort erlischt. Die geringe Dichte macht das Material für Terroristen uninteressant.

2.5.5 Risiko-Versicherung

Bei bisherigen Reaktoren sind „Restrisiken“ und Schadenhöhe unbegrenzt. Regierungen und Industrie aller Länder setzen darauf, dass der Fall nicht eintritt. Dennoch sind Tschernobyl und Fukushima eingetreten – **unverantwortliches Handeln**! Die Risiken des HTR dagegen unterfallen üblicher Industrieversicherung. Das sogenannte „Rest“risiko geht gegen Null, unvergleichlich mit heutigen LWR.

Die Endlagerung der Spaltprodukte ist durch Panzerkörner (Siliziumkarbid) praktisch unbegrenzt sicher

2.5.6 Versorgungs-Sicherheit

Uran und Thorium kommen vor allem aus politisch stabilen Regionen (Kanada, Australien). Man kann Uran sogar aus Meerwasser und aus Kohlekraftwerks-Asche gewinnen. In mehreren Recycles werden rund 20 % des Spaltstoffs in Energie umgesetzt, viel besser als in heutigen Reaktoren. Daher ist eine **Versorgung** des deutschen, aber auch des weltweiten Bedarfes an Uran und Thorium **auf Jahrhunderte gesichert**. Damit wird auch die Versorgung mit allen anderen Roh- und Fertigmaterialien sicherer, die Hochtemperatur-Energie benötigen.

Thorium ist preiswürdig und für Waffen nicht brauchbar. Es verzehnfacht unsere Rohenergiebasis.

2.5.7 Lagerung von Abfällen und Reststoffen

Die (Abkling-)lagerung strahlender Abfälle **findet auf dem gleichen Grundstück** statt, weil die Kugeln nach Abbrand kaum Strahlung abgeben, ggf. für hunderte Jahre, so wie bisher in Jülich und Ahaus. Durch weitere Forschung wie Transmutation oder Spallation, kann man voraussichtlich schon bald eine nützliche Verwendung finden.

2.6 Reaktor und Umwelt

Nur wenig Wärme geht an die Umwelt. Flüsse werden nicht aufgeheizt. Man kann Kugelbett-Reaktoren nahe Wohngebieten, z.B. bei Stadtwerken betreiben. Die großen Fern-Netze werden entlastet, die „Netzverluste“ (heute etwa 10 %) damit reduziert, viele Investitionen überflüssig.

3 Sprit-Erzeugung mit Hochwärme

Um aus kohlenstoffhaltigen Bio-Stoffen, wozu im weiteren Sinne auch die Kohle gehört, flüssige Energieträger zu erzeugen, muss man sie hydrieren, d. h.:

- Wasserstoff zuführen
- Kohlenstoff weitgehend reduzieren

Was in der Natur durch Photosynthese mit Katalysatoren bei normaler Temperatur langsam geschieht, ist industriell mit hoher Energiezufuhr möglich. Je bessere Katalysatoren man dabei verwendet, desto weniger Energie wird benötigt. Derzeit ist das Fischer-Tropsch-Verfahren neben dem Bergius – Pier Prozess nach fast 100 Jahren immer noch am geeignetsten und vielfach erprobt.

Hochtemperatur ermöglicht die Wasserstoffsynthese mit CO2:
1. man verarbeitet damit schädliche CO2 Mengen
2. erreicht man die Verflüssigung von Wasserstoff zu Methanol / Ethanol.

Den Kohlenstoffträgern wird Wasserstoff mit Hoch-Wärme hinzugefügt. Dieser Prozess macht den Energieträger flüssig, manchmal über ein Zwischengas. Hydrierter Kohlenstoff in Flüssigform ist Kraftstoff für Autos. Statt Verbrennung oder Strom nutzt man besser die Hochtemperatur von 700 bis 1.000^0C aus dem HTR-Kugelbett-Ofen.

Besonders geeignet sind Methanol (H_3C-OH) und Bio-Ethanol (H_3C-CH_2-OH, Äthanol, (Vinyl-) Alkohol H_2C=CH-OH). Sie werden vorerst dem Benzin (E85) in steigendem Anteil beigemischt – bis zu 100 %. Bevorzugt wird ein gleitender Übergang.

Hier werden nur die bewährten Verfahren (Bergius-Pier/Fischer–Tropsch) betrachtet, weil sie bereits seit längerem weltweit im Einsatz sind. Das KDV steht dagegen noch am Anfang. Diese Verfahren können weiter optimiert werden, um heimische Pflanzen-Abfälle noch besser zu verarbeiten.

Nahrungsmittel wie Zuckerrohr (Brasilien) oder Mais (USA) sind nicht erforderlich, zeigen aber, was möglich ist. Die Renewable Fuel Assoc. in Washington D.C. demonstriert schematisch, wie Ethanol aus stärkehaltiger Biomasse gewonnen wird. Die Koppel-Destillate und das überschüssige CO_2 führt man verschiedenen Zwecken zu, u. a. der Nahrungs- und Futtermittel-Industrie (Softdrinks, Trockeneis). Für die CO_2-Bilanz ist dies neutral – entgegen fossilem Sprit. Die Fa. Choren und das CUTEC-Institut arbeite(te)n an entsprechenden Verfahren auch für Diesel aus Biomasse.

3.1 Sprit-Bedarfsmenge

Der Straßenverkehr in Deutschland verbraucht 2025 nach MWV nur noch 26 Mrd. Liter Diesel und 14 Mrd. Liter Benzin. Diese 40 Mrd. Liter Kraftstoff enthalten rund 400 Mrd. kWh Energie. Da Ethanol weniger Energie enthält, benötigt man davon 60 Mrd. Liter pro Jahr für die gleiche Fahrleistung.

Wenn wir zunächst nur 2 Mrd, Liter Sprit (= 20 Mrd. kWh) aus Holz-Abfall verflüssigen, so brauchen wir dafür etwa 4,8 Mrd. kg Holz (à 4,4 kWh/Kg). Dazu kommt Hitze-Energie im Umfang von bis zu 5 Mrd. kWh für den FT-Hydrierprozess. Damit erzeugen wir rund 5 % des Jahresverbrauchs von Deutschland.

3.2 Umwelt-Einflüsse

Im Endprodukt Ethanol bleiben kaum schädliche Stoffe. Schwefel ist in Bioabfall und den meisten Kohlearten nur geringfügig vorhanden. (Ausnahme: ostdeutsche Braunkohle)

3.3 Sprit- und Stromlogistik

In den 1940ern wurde Kraftstoff durch Hydrierung gewonnen. Das lohnt sich ab einem Öl-preis von ca. 4o €/Barrel.

Das Tankstellennetz kann für die Verteilung von Ethanol/Diesel mit geringen Änderungen an Tanks und Zapfsäulen weiter verwendet werden. Ebenso bleiben die heute eingesetzten Tanklastzüge geeignet.

Der als Nebenprodukt erzeugte Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist. Wenn viele dieser dezentralen Kraftwerke eingesetzt werden, wird das Netz geringer belastet, weil die großen Ferntrassen entfallen können.

Dann werden einfach die bestehenden Netze weiter genutzt. Sie werden in ihrer Belastung geschont und bleiben dadurch länger erhalten. Die heute hohen Verteilungskosten (Netz-Nutzung) werden daher keinesfalls steigen, sondern eher sinken, weil der kosten- und verlustträchtige Ferntransport verringert wird.

3.4 Fahrzeuge -Motoren

E85-Motoren – Flexifuel - werden schon lange gefahren, vor allem in Skandinavien. Autos dazu baut Ford in Köln seit Jahren. Mit geringen Anpassungen kann man 100 Prozent Ethanol erreichen. Über Jahre verteilt stellt das kein technisches oder wirtschaftliches Problem dar. Brasilien und USA machen es seit Jahren vor.

4 Kosten, Wirtschaftlichkeit

Selbst ohne Detail-Rechnung liegt auf der Hand, dass man solche Reaktoren günstiger als LWR bauen kann, denn viele Sicherheits-Einrichtungen sind entbehrlich. Auf gaufrei.de gibt es eine detaillierte Berechnung aller Faktoren von Reaktor und Hydrierwerk

Da es sich um eine neue Reaktorlinie handelt, sind Erfahrungen noch nicht verbreitet. Dennoch können die Erzeugungskosten bereits grob abgeschätzt werden. Aus bekannten Kraftwerkskosten und dem Betrieb des THTR-300 in Hamm-Uentrop liegen belastbare Erfahrungen vor, die wir hier nutzen.

4.1 Investition, Bauphase und Rückbau

Der Prototyp THTR in Hamm kostete 2,05 Mrd. Euro. Das sind etwa 2.000 bis 2.500 €/KWel. Zwei Drittel entfielen auf überflüssige behördliche Auflagen, es verbleiben also rund 700 Mio. Euro.

Die KKW-Errichtungs-Kosten je KW_{el} reichen heute je nach Energiequelle von Euro 1.000. bis über 17.000 €. Genaue Zahlen werden nicht veröffentlicht. Wir rechnen mit 2.700 € je KWel nach der FOAK-Phase. Auf www.gaufrei.de finden Sie die genaue Berechnung.

4.2 Kosten der Brennstoffe

Nach den Internet-Preisen kostet das kg Yellow Cake meist unter 100 USD, also unter € 80.000 pro Tonne. Für ein 100 MW_{el} Kugelbett-Ofenmodul werden p.a. unter 1 to Uran verbraucht, wir setzen kaufmännisch vorsichtig einen Preis von 250.000 €/to an, das sind die jährlichen Brennstoff-Kosten.

4.3 andere Betriebskosten

Die Betriebskosten liegen unter denen heutiger Kernkraftwerke, weil weniger Sicherheitsvorkehrungen erforderlich sind, daher auch weniger geprüft und gewartet werden müssen.

4.4 Wirtschaftlichkeits-Rechnung

Im Buch „Energiewende – nun aber richtig!“ und auf www.gaufrei.de ist die Berechnung mit praktisch allen Details enthalten. Dabei mussten Annahmen getroffen werden, wo in Deutschland und im Internet keine Erfahrungswerte erreichbar sind. Vor allem die Errichtung eines Hydrierwerkes konnte nicht beziffert werden. Daher schätzen wir dessen komplette

Baukosten zunächst auf 1 Mrd. Jede weitere Milliarde wirkt sich in einer Verteuerung des Endproduktes um 20 bis 30 Cent je Liter aus.

Das gesamte Wärmegefälle von etwa 950^{0}C hinunter bis ca. 50^{0}C wird in 3 bis 4 Scheiben aufgeteilt; wir rechnen in thermischen kWhth:

- es werden 90 % der Jahresstunden (8.760 ./.10 % = 7.884 h) für die Energie-Arbeit genutzt, der Rest ist Wartung und Schwund
- damit entstehen bei einem 100 MWel Reaktor etwa 2 Mrd. nutzbare kWhth im Jahr zu Kosten von 0,04 €/kWhth
- davon werden etwa 760 Mio. kWh_{th} als Höchstwärme mit dem Kühlgas Helium bzw. Dampf an das Hydrierwerk übergeben
- mit weiteren 700 Mio. kWh_{th} (Hochwärme) wird Strom über Turbinen erzeugt, bei 40 % Wirkungsgrad ergeben sich 280 Mio. kWhel
- weitere 400 Mio. kWhth Mittelwärme werden als Vorheizung für die Hydrierung eingesetzt.
- ein verbleibender Rest von 38.000 kWh_{th} unter 50 ^{0}C ist Abwärme und kann zur Fernheizung genutzt werden

Wenn so insgesamt jährlich knapp 1,5 Mrd. kWh_{th} an Wärme und Strom erbracht werden - eine realistische Annahme nach den Erfahrungen von Hamm-Uentrop - stellt sich der Preis auf etwa 3,9 Cent pro KWh_{th} Wärme bzw. 11 Cent pro kWh_{el} Strom. Darin sind die Kosten für Rückbau/ Stilllegung/ Abklinglager bereits enthalten. Die Erzeugung von Ethanol dürfte auf ca. 70-80 Cent pro Liter kommen

4.5 Weitere Vorteile gegenüber heutiger Situation

In dieser Kalkulation ist keinerlei staatliche Subvention enthalten. Das macht einen Vergleich schwierig, weil heute alle bekannten **Strom-, Sprit- und Wärmepreise durch staatliche Be- und Entlastungen verfälscht sind.** Dennoch liegen aber die Kosten in der Nähe heutiger Netto-Strom und -Treibstoffpreise. Zusätzlich kann ein großer Teil der heute geltenden Energie-Abgaben und – Steuern entfallen.

Zu beachten sind auch die **Verminderung von Öl- und Gas-Importen, Höchststromtrassen und die Schaffung sehr guter Arbeitsplätze in Deutschland.**

Lärmbelastung durch das HTR-Kraftwerk wird weit unter der Toleranzschwelle gehalten. Eine **Sichtstörung** durch Dampfwolken oder Windrotoren **entfällt.** Meist genügt ein Trocken-Kühlturm, wie in Hamm-Uentrop. Abwärme kann zur Gebäudeheizung genutzt werden. Die meisten **Vorteile großer zentraler Kraftwerke** fallen bei dieser dezentralen Lösung nicht mehr ins Gewicht.

5 Ethik und Umsicht

Eine so umfassende Änderung der Energieversorgung in Deutschland und vielleicht der Welt wirft auch übergreifende Fragen auf.

5.1 Ist Atomenergie ethisch vertretbar?

Wenn man den Blick auf die nächsten Jahrzehnte richtet, sieht man, dass die Versorgung aus fossilen Quellen kaum noch 100 Jahre ausreichen wird. Die direkte Nutzung von Wind und Sonne, vielleicht auch noch Meer und Flüssen wird für viele Erdregionen und bei steigender Industrialisierung keinesfalls ausreichen.

Daher sind wir auf die Nutzung der atomaren Kräfte angewiesen, weil die molekularen sich erschöpfen. Da die bisher eingesetzte LWR-Technik auf den Polaris U-Boot-Reaktoren beruht, die man an Land gesetzt hat, fehlen ihr die notwendigen Sicherheits-Charakteristika. Sie waren für kleine Reaktoren mit wenigen Menschen und unermesslichem Kühlwasser zur Not vertretbar, nicht aber in besiedelten Landgebieten.

Zwar sind auch durch die bisher genutzten Kernkraftwerke viel weniger Menschen zu Schaden gekommen, als die von der WHO vermeldeten **jährlich** 3-7 Millionen Tote durch Luftverschmutzung. Die besondere Art der – bisher drei – großen Atom-Unfälle hat aber ähnlich den Atombomben und den Bikinitests eine überproportionale Abschreckungswirkung wegen ihrer unheimlichen Schäden.

Auch aus diesem Grunde, neben der langfristig besseren Wirtschaftlichkeit spricht alles für ein Umsteigen auf die inhärent sichere HTR-Kugelbett-Technik. Im Buch nehmen kompetente Theologen zur Ethik ausführlich Stellung.

5.2 Ehrliche End-to-End Betrachtung

Es genügt bei Energiefragen nicht, nur den offensichtlichen Prozess zu untersuchen. Man muss vom ersten Anfang bis zum vollständigen Schluss des Kreislaufes alle Faktoren mit einbeziehen.

Im Rahmen dieser Schrift kann dies nur angerissen werden: Das ganze Verfahren hat Zukunft, wenn die insgesamt aufgewendete Primär-Energie in einem guten Verhältnis zur gewonnenen Nutz-Energie steht. Alle Schritte müssen daher auf den Energie-Wirkungsgrad überprüft werden:

- Anbau, Abbau, Ernte und Heranschaffen von Biomasse
- Landwirtschafts-Maschinen (Herstellung von und Treibstoff für Traktoren, Erntemaschinen und LKW)

- Kunstdünger (Herstellung und Transport, Ausbringung auf den Feldern)
- Braun- und Steinkohle, Uran Thorium (Abbau, Aufbereitung, Transport)
- Aufbau und Betrieb der Hochtemperatur-Reaktoren
- Aufbau und Betrieb der Hydrierwerke
- Geringfügige Umrüstung der Tankstellen und Verteilnetze
- Einsparen und Abrüstung von Stromnetzen
- Kaum Umrüstung der Fahrzeuge, Motoren und Autofabriken
- Kaum Umschulung der Industrie-Arbeitskräfte

Eine technisch/kaufmännisch einwandfreie end-to-end Bilanz dieses Energie-Verbrauchs und der Erzeugungen liegt bisher nicht vor. Es ist aber bekannt, dass die meisten dieser Prozesse bereits heute in der einen oder anderen Form separat betrieben werden und **sich daher je für sich schon rechnet.** Dies geschieht **ohne die günstige HTR-Wärme**, also noch mit heutigen hohen Energiekosten. Vereinigt man die Teilprozesse wie hier beschrieben und führt die günstige HTR-Wärme zu, so kann die **Gesamtbilanz nur deutlich günstiger** werden.

Lediglich bei dem Landwirtschafts-Teil („Biomasse-Kampagne“) sind durch die heutige Subventionsstruktur die wahren Energieverbräuche nicht in den Preisen ausgewiesen. Dieses Risiko wird aber kompensiert, weil die neu aufzubauende Biomasse-Gewinnung und –Transport-Struktur von vornherein nach optimaler Wirtschaftlichkeit angelegt wird.

Eine absolut neutrale Energiebilanz sollte man im Übrigen auch nicht verlangen, weil die mobile und autarke Energie im Fahrzeug immer einen höheren Wert für Verbraucher darstellt, als stationäre Energien.

6 Dank

Mein besonderer Dank gilt Herrn Hermann Josef Werhahn †, Neuss für seine vielfältigen Anregungen und Informationen.

Ebenfalls danken möchte ich den folgenden Personen, die mit konstruktiven und kritischen Hinweisen zu Klärungen und Präzisierungen halfen:

Dr. Hasso Bertram †	Dr. Albert Kerber
Di.-Ing. Hartmut Bode †	Di.-Ing. Rainer Klute
Dr. Helmut Boettiger	Prof. Dr. Jürgen Knorr
Prof. Dr. Heinrich Bonnenberg†	Dr. med Siegfried Kober
Dr.-Ing. Urban Cleve	Prof. Dr. Günter Lohnert
Hans C. Deilmann †	Prof. Dr. Herbert Mataré †
Dr. Günther Dietrich	Prof. Dr. Georg Menges †
Di.-Ing. Dirk Egelkraut	Di.-Ing. Thomas Michels
Prof. Yujie Dong	Markus Mirgeler
Di.-Ing. Franz Ferrari †	Prof. Dr. W. Ockenfels OP
Dr. Ing. Michael Fütterer	Dr. Gabriele Peterek
Di.-Kfm. Gregor Gielen	Frank Umbach
Dr.-Ing. Johannes Hammer	Dr. Stefan Schaffner
Di.-Math. Niels Harksen	Hans-Fr. Schmeding
Ra Norbert Große Hündfeld	Hans-M. von Harling
Prof. Wentao Guo	Di.-Ing. Michael Wefers
Dr.-Ing. Klaus J. Hoss	Mr. Zhang Jiagiang
Pr. Dr. Vollrath Hopp †	Dr. Anna V. Wendland

sowie vielen anderen und den Mitarbeitern der folgenden und anderer Institutionen:

- ADAC Automobilclub
- www.energie-fakten.de
- www.buerger-fuer-technik.de
- Informationskreis Kern-Energie – Öffentlichkeitsarbeit
- Braunkohle-Forum
- Fachagentur nachwachsende Rohstoffe
- Nuklearia e.V.
- Waldbesitzer-Verband

Darüber hinaus gibt es zahlreiche weitere Personen und Institutionen, die geholfen haben und nicht ausdrücklich genannt werden möchten.